

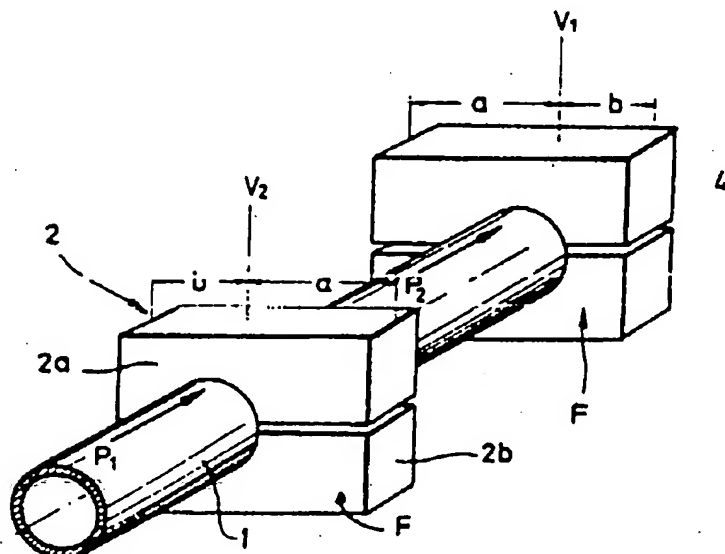
★ RIEP- Q67 93-153747/19 ★ DE 4222789-C1
Ballasting arrangement for underwater pipe - has identical ballast blocks clamped at equal intervals to pipe which is flooded to lower it to sea bed.

RIEPL BAU-AG JOSEF 92.07.10 92DE-4222789

A88 (93.05.13) F16L 1/24

When laying underwater pipes (1) made of materials with low or variable E-modules, such as polyethylene, the pipe is first floated on the water surface and aligned with ballast (2) before being lowered by flooding. By arranging and shaping the ballast a sinking resistance is imparted to the sinking pipe which is so great that a constant sinking speed is produced immediately after the start of the sinking process. The ballast can be set spaced out on the pipe line in known way and can be shaped so that the resistance forces acting on the ballast during sinking attack the pipe axis (A) asymmetrically. The parts (2a,2b) of the ballast can be connected together by tension elements so that they can be held on the pipe with a contact pressure independent of temperature shrinkage. **ADVANTAGE** - Smooth laying of the pipes without danger of damaging same. (5pp Dwg.No.1/2)

N93-117507



© 1993 DERWENT PUBLICATIONS LTD.

Derwent House, 14 Great Queen Street, London WC2B 5DF England, UK

US Office: Derwent Inc., 1313 Dolley Madison Blvd., Suite 401, McLean VA 22101, USA

Unauthorised copying of this abstract not permitted



DERWENT

Scientific and Patent Information



**(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENTAMT**

**(12) Patentschrift
(10) DE 42 22 789 C 1**

**(51) Int. Cl.⁵:
F 16 L 1/24**

(21) Aktenzeichen: P 42 22 789.5-24
(22) Anmeldetag: 10. 7. 92
(43) Offenlegungstag: —
**(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung:** 13. 5. 93

DE 42 22 789 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

(73) Patentinhaber:

Josef Riepl Bau-Aktiengesellschaft, 8000 München,
DE

(74) Vertreter:

Grünecker, A., Dipl.-Ing.; Kinkeldey, H., Dipl.-Ing.
Dr.-Ing.; Stockmair, W., Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Ae.E. Cal
Tech; Schumann, K., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Jakob,
P., Dipl.-Ing.; Bezold, G., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;
Meister, W., Dipl.-Ing.; Hilgers, H., Dipl.-Ing.;
Meyer-Plath, H., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Ehnold, A.,
Dipl.-Ing.; Schuster, T., Dipl.-Phys.; Goldbach, K.,
Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Aufenanger, M., Dipl.-Ing.;
Klitzsch, G., Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 8000 München

(72) Erfinder:

Antrag auf Nichtnennung

**(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:**

DE 24 54 993 C3
GB 22 42 251 A

(54) Verfahren zum Verlegen einer Unterwasserrohrleitung sowie Ballastkörper zur Durchführung des Verfahrens

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verlegen einer Unterwasserrohrleitung aus Materialien mit niedrigem oder veränderlichem E-Modul, insbesondere aus Polyäthylen, bei dem die Leitung zunächst an der Wasseroberfläche schwimmend und mit Ballastkörpern beschwert längs einer geplanten Verlegetrasse ausgerichtet wird, und dann die Leitung durch Fluten von einem zumindest teilweise unter dem Flüssigkeitsspiel liegenden Flutungsende her abgesenkt wird, wobei man der absinkenden Leitung durch Anordnung und Formgebung der Ballastkörper einen Sinkwiderstand vorgibt, der so groß ist, daß sich bereits nach Beginn des Absinkvorgangs eine konstante Sinkgeschwindigkeit ergibt.

DE 42 22 789 C 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verlegen einer Unterwasserrohrleitung aus Materialien mit niedrigem oder veränderlichem Elastizitätsmodul, insbesondere aus Polyäthylen, bei dem die Leitung zunächst an der Wasseroberfläche schwimmend und mit Ballastkörpern beschwert längs einer geplanten Verlegetrasse ausgerichtet wird und die Leitung dann durch Fluten von einem zumindest teilweise unter dem Flüssigkeitsspiegel liegenden Flutungsende her abgesenkt wird.

Ein solches Verfahren ist aus der DE-PS 24 54 992 bekannt.

Dabei wird der Absenkvorgang nach Fahrplänen gesteuert, wobei der Luftdruck in direktem Verhältnis zur jeweiligen Tiefe des Seegrundes am luftseitigen Ende der Leitung eingestellt wird.

Die Luftdruckeinstellung orientiert sich dabei an den Eintauchpunkten der Leitung, deren Bezug zur Verlegetrasse auf See jedoch nur relativ ungenau auszumachen ist. Da man den Luftdruck abhängig von dem vermeintlichen Auftreffpunkt am Seegrund und der dort vorherrschenden Tiefe einstellt, ergibt sich immer dann ein Fehler, wenn aufgrund äußerer Einflüsse die vorbestimmten Ablegepunkte nicht exakt erreicht werden. Insbesondere dann, wenn sich die Tiefe an der tatsächlichen Ablegestelle von der Tiefe an der vermeintlichen Ablegestelle unterscheidet, können sich Überdehnungen in der Leitung ergeben, die bereits bei einer 15%igen Überdehnung in 30 Minuten eine um 50% verkürzte Lebensdauer der Leitung nach sich ziehen können.

Aus der GB-22 42 251 ist es bekannt, rechts und links einer Leitung liegende Ballastkörper über ein Band, das über die Leitung geführt ist, zu hängen. An der Unterseite der Ballastkörper ist eine Matte angebracht, mit der die Ballastkörper dann auf dem Seegrund aufliegen und insgesamt die Leitung dort fixieren. Insgesamt geht es in dieser Entgegenhaltung darum, wie man eine im Wasser verlegte Leitung gegen horizontale Wasserbewegungen auf dem Grund stabilisieren kann.

Während des Absenkens wird dort das System mit einer als Rahmen ausgestalteten Hilfskonstruktion stabil gehalten.

Es wurde deshalb vom Erfinder auch schon vorgeschlagen, eine Absenkgeschwindigkeit zu bestimmen, die unabhängig von der Verlegetiefe ist. In der Praxis war dies jedoch schwer zu verwirklichen, weil nach dem anfänglichen Eintauchen der Leitung und dem Einlaufen des Wassers in die Leitung das Gewicht der Leitung stark zunimmt und es dann schwierig ist, den Luftdruck entsprechend so zu steuern, daß sich eine konstante Geschwindigkeit ergibt.

Ausgehend hiervon liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren vorzuschlagen, mit dem eine konstante Absenkgeschwindigkeit unabhängig von der Verlegetiefe verwirklicht werden kann, so daß ein schonendes und ohne Gefahr einer Überdehnung des abzulegenden Rohres mögliches Ablegen der Rohrleitungen verwirklicht werden kann.

Gelöst wird diese im Oberbegriff definierte Aufgabe mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1.

Die Unteransprüche betreffen weitere Ausgestaltungen des Verfahrens und einen Ballastkörper zur Durchführung dieses Verfahrens.

Die hinter diesem Verfahren stehende erfindungsgemäße Idee liegt darin, daß man den Strömungswiderstand, den die Leitung beim Absinkvorgang erfährt, dadurch erhöht, daß man die Ballastkörper entsprechend

so formt, daß sie einen großen, insbesondere vertikalen Wasserwiderstand erfahren, wenn die Leitung abgesenkt wird. Dadurch, daß man die Ballastkörper, deren eigentliche Funktion die ist, die abgesenkte Leitung am Grund des Gewässers festzuhalten, während des Absinkvorgangs als Widerstandskörper verwendet, läßt sich die Leitung beim Sinkvorgang bremsen.

Vorzugsweise werden die Ballastkörper so gestaltet, daß die quer zur Rohrachse weisende Fläche der Ballastkörper mindestens dem dreifachen des Rohrdurchmessers entspricht.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung werden die Ballastkörper in an sich bekannter Weise beabstandet zur Rohrleitung angeordnet und es ist vorgesehen, daß sie so geformt sind, daß die beim Absinken auf die Ballastkörper wirkende Widerstandskraft asymmetrisch zur Rohrachse angreift. Diese Ausgestaltung hat den Vorteil, daß die Ballastkörper beim Absinkvorgang leicht kanten, so daß sie sich in ihrer Position auf der Rohrleitung von selbst verklemmen. Dadurch wird der an sich gegebenen Gefahr vorgebeugt, daß die Ballastkörper in dem Zustand, in dem die Leitung relativ steil im Wasser hängt, verrutschen und sich von selbst nach unten in Bewegung setzen. Dies hätte zur Folge, daß beim Herabgleiten an der Rohrleitung eines einzigen Ballastkörpers dieser dann auch die nachfolgenden Ballastkörper in Bewegung setzt, so daß sich eine fatale Störung im Absinkvorgang ergeben würde. Durch das Verklemmen werden die Ballastkörper von selbst am Rohr gehalten. Wenn das Rohr dann am Boden abgelegt ist, wird die Klemmwirkung wieder aufgehoben und die Ballastkörper halten das Rohr aufgrund ihres Gewichts am Boden.

Um ein Auswandern der Leitung aufgrund asymmetrisch angreifender Kräfte in den Ballastkörpern zu vermeiden, können die Ballastkörper so versetzt zueinander angeordnet werden, daß sich die versetzt angreifenden Kräfte abwechselnd auf der einen und der anderen Seite des Rohrstranges ergeben.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den weiteren Verfahrensansprüchen.

Bei einem zur Durchführung des Verfahrens verwendeten Ballastkörper, der als mehrteiliges Element ausgebildet ist und eine Durchgangsöffnung für die Unterwasserrohrleitung aufweist, ist erfindungsgemäß des weiteren vorgesehen, daß die Durchgangsöffnung asymmetrisch zum Massemittelpunkt des Ballastkörpers angeordnet ist. Aus dieser asymmetrischen Anordnung kann auch ein asymmetrischer Angriff der Widerstandskraft abgeleitet werden.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Teile des Ballastkörpers durch Spannelemente miteinander derart verbunden sind, daß sie am Rohr mit einer von der Temperaturschrumpfung unabhängigen Anpreßkraft festgehalten sind. Die Erfahrung hat gezeigt, daß die bislang zum Halten der Ballastkörper zwischen Ballast und Rohr angeordneten Gummieinlagen nicht in der Lage sind, die Ballastkörper sicher am Rohr zu halten. Der Anpreßdruck mindert sich durch abnehmende Relaxationskraft während der Zeit zwischen Montage und Absenkung. Auch gibt es aufgrund von Temperaturschwankungen beträchtliche Probleme. Auf der Montagebahn heizt sich z. B. das schwarze Polyäthylen bei direkter Sonnenbestrahlung bis 50°C auf und kühlt sich beim Absenken in große Gewässertiefen bis auf 5°C ab. Entsprechend den Wärmedehnzahlen mindert sich das Rohrvolumen und der Rohrumfang. Spätestens mit einem Wasserdruck ent-

prechend dem Anpreßdruck mindert das Wasser, das in die Fuge zwischen Gummi und Rohr eindringt, den Reibungsbeiwert zwischen beiden Materialien erheblich.

Die Probleme können nun mit der Erfindung gelöst werden, indem dafür gesorgt wird, daß die Ballastkörper durch asymmetrische Krafteinleitung sich selbst an der Rohrleitung verklemmen und zusätzlich ggf. die erwähnten Spannelemente aufweisen. Die zu erwartende Volumenminderung des sinkenden Rohres kann aus der Temperaturdifferenz und der Wärmedehnzahl des Rohrmaterials ermittelt werden. Entsprechend kann dann die Spannkraft von als Spannelemente eingesetzten Spannscheiben errechnet und ausgewählt werden.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnung weiter erläutert und beschrieben.

Dabei zeigt

Fig. 1 in schematischer perspektivischer Darstellung einen Abschnitt einer Unterwasserrohrleitung mit daran angebrachten Ballastkörpern und

Fig. 2 eine Ansicht von vorne auf einen schematisch dargestellten Ballastkörper.

In der Fig. 1 ist ein Ausschnitt einer Unterwasserrohrleitung 1 dargestellt, an der in bestimmten Abständen Ballastkörper 2 befestigt sind.

In der Praxis können diese Rohrleitungen mehrere Kilometer lang sein und mit Ballastkörpern in wesentlich kürzeren Abständen, z. B. 5 bis 10 m versehen sein. Diese Leitungen werden vor dem Fluten längs einer Verlegetrasse an der Gewässeroberfläche schwimmend ausgerichtet und dann in an sich bekannter Weise entsprechend dem deutschen Patent 24 54 992 abgesenkt. Zur Durchführung des Verfahrens im einzelnen und zur Ausrichtung und zum Zusammenbau solcher Rohrleitungen wird auf diese Patentschrift verwiesen.

Bei dem erfindungsgemäß verbesserten Verfahren werden die Ballastkörper 2 so angeordnet und geformt, daß der Sinkwiderstand so groß wird, daß sich bereits nach Beginn des Absinkvorgangs eine konstante Sinkgeschwindigkeit ergibt. Hierzu weisen die Ballastkörper 2 eine entsprechend große Widerstandsfläche F auf, an der beim Absinken der vertikale Wasserwiderstand wirksam wird. Die Einbeziehung des vertikalen Wasserwiderstandes streckt die sinkende Leitung und bremst den Absinkvorgang derart, daß die Sinkgeschwindigkeit, die sowohl vom vertikalen als auch vom horizontalen Wasserwiderstand mit beeinflußt wird, unabhängig von der Wassertiefe konstant wird. Der Luftgegendruck und damit der ganze Absinkvorgang kann nun über die konstante Sinkgeschwindigkeit unabhängig von der Verlegetiefe sowie von der Achslage der sinkenden Leitung gesteuert werden.

Die Bedingungen für die Auslegung der Fläche F der Ballastkörper und der Beabstandung der Ballastkörper ergeben sich je nach Rohrleitung unterschiedlich. In der Praxis hat es sich gezeigt, daß die Fläche F der Ballastkörper so groß gewählt werden sollte, daß sie mindestens dem Dreifachen des Rohrdurchmessers entspricht.

Beim Absinkvorgang ergibt sich bei großen Verlegetiefen eine Situation, in der der zwischen Gewässer- oberfläche und Seegrund verlaufende Strang stark vertikal ausgerichtete Bereiche zwischen dem oberen und unteren Absinkbogen aufweist. In diesen Bereichen wirkt das Ballastkörpergewicht im wesentlichen parallel zur Verlaufsrichtung der Rohrleitung, so daß die Gefahr besteht, daß sich die Ballastkörper von ihren ursprünglich vorgesehenen Stellen lösen und nach unten rutschen.

Im Stand der Technik hat man zur Lagesicherung der

Ballastkörper entweder mit Fixierstangen zwischen den einzelnen Körpern oder Seilzügen gearbeitet oder auch mit elastischen Materialien zwischen Ballastkörper und Rohr, jedoch waren alle diese Techniken relativ aufwendig. In sehr vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird dieses Problem nun dadurch gelöst, daß man die Durchgangsöffnung 4, die von den beiden Ballastkörperhälften 2a, 2b gebildet wird, dort so anordnet, daß sie asymmetrisch zum Masseschwerpunkt des Körpers liegt. Mit anderen Worten, daß sich von den Vertikalachsen V_1 und V_2 , die durch die Rohrachse verlaufen, bis zu den beiden Seitenbegrenzungen der Ballastkörper die unterschiedlichen Abstände a bzw. b ergeben.

Eine solche Ausgestaltung hat den Vorteil, daß die Kraft, die beim Absinken als Widerstandskraft auf die Ballastkörper wirkt, asymmetrisch zur Achse a der Ballastkörper erzeugt wird, was zu einem Verkippen der Ballastkörper führt, wobei sich die Ballastkörper dann selbst am Rohr durch eine leichte Schrägstellung verklemmen. Diese einfache Rutschsicherung verhindert, daß die Ballastkörper während des Absinkvorgangs sich von ihren vorgegebenen Positionen lösen. Nach dem Erreichen des Seegrundes halten die Ballastkörper dann die Rohrleitung fest am Boden.

Zur weiteren Verringerung der Rutschgefahr ist gemäß dem Ausführungsbeispiel der Fig. 2 zusätzlich noch vorgesehen, daß die Ballastkörperhälften 2a und 2b über Spannelemente 3 aneinandergepreßt werden.

Diese Spannelemente bewirken, daß beim Abkühlen des Kunststoffrohres während des Absinkvorgangs und der damit einhergehenden Schrumpfung die beiden Hälften 2a und 2b eng am Rohr anliegen können und dadurch der Spalt zwischen Rohr und Öffnung 4 in dem Ballastkörper nicht vergrößert wird.

Um den Gesamtwiderstand, der auf die Leitung beim Absinken wirkt, ermitteln zu können, wird für jeden Leitungstyp ein einmaliger einfacher Naturversuch durchgeführt, indem man mit Ballastkörpern versehene Rohrsegmente einmal vertikal ausgerichtet und einmal horizontal ausgerichtet im Wasser absenkt und die dabei auf den abgesenkten Teilstrang wirkenden vertikalen und horizontalen Widerstandskräfte ermittelt. Hat man denjenigen Weg gefunden, wo sich aus horizontalem und vertikalem Wasserwiderstand aufgrund der Formgebung und Anordnung der Ballastkörper eine konstante Sinkgeschwindigkeit ergibt, kann dann später einfach durch Steuerung des Luftgegendrucks derart, daß die Leitung mit dieser berechneten Geschwindigkeit absinkt, der Absinkvorgang gesteuert werden.

Die Erfassung von Verlegetiefen sowie die umfangreiche Berechnung und Erstellung von Luftdruckfahrplänen können durch das erfindungsgemäße Verfahren auf einzelne, extreme Seegrundgefälle (z. B. steile Felswände) beschränkt werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren bringt besondere Vorteile bei der Organisation des Verlegevorgangs. Schwierigkeiten im Zusammenhang mit evtl. Abweichungen vom Luftdruckfahrplan, wie in der Patentschrift 24 54 992 vorgeschlagen, können entfallen. Auch die bisher notwendige Verankerung der schwimmenden Leitung am Seegrund oder an den Ufern zur Vermeidung von Abdriften aus der Verlegetrasse können auf gegebene Zwangspunkte (z. B. Kreuzungen mit anderen Seeleitungen) beschränkt werden. Die zur Feststellung und Korrektur von Abweichungen aus der Verlegetrasse notwendigen Unterbrechungen des Absinkvorgangs und die Sicherheitsvorkehrungen hierfür können auf extreme Fälle beschränkt werden. Das zeitraubende War-

ten auf einen von Seegang freien Absinktermin kann wesentlich verkürzt werden oder entfällt ganz.

Es sei noch darauf hingewiesen, daß in an sich bekannter Weise mit einem mit der Leitung verbundenen, durchgehenden Begleitrohr aus gleichem Material wie das Hauptrohr dem System im luftgefüllten Zustand zusätzlich Schwimmfähigkeit an der Wasseroberfläche gegeben werden kann und durch Fluten desselben das Sinkgewicht. Dabei wird auch dieses Sinkgewicht so gering gewählt, daß damit beliebig große Absinkradien bis fast unendlich entstehen und (fast) nur Wasserwiderstände senkrecht zur Leitungsachse wirksam werden.

Nach dem Verlegen wird das Begleitrohr mittels Reißleine von der Leitung gelöst und steigt unter eigenem Auftriebsgewicht oder nach Entleerung unter Luftdruck an die Wasseroberfläche. Daher kann es auf geringe Wandstärken dimensioniert und wiederverwendet werden.

Patentansprüche

20

1. Verfahren zum Verlegen einer Unterwasserrohrleitung aus Materialien mit niedrigem oder veränderlichem E-Modul, insbesondere aus Polyäthylen, bei dem die Leitung zunächst an der Wasseroberfläche schwimmend und mit Ballastkörpern beschwert längs einer geplanten Verlegetrasse ausgerichtet wird, und dann die Leitung durch Fluten von einem zumindest teilweise unter dem Flüssigkeitsspiegel liegenden Flutungsende her abgesenkt wird, dadurch gekennzeichnet, daß der absinkenden Leitung durch Anordnung und Formgebung der Ballastkörper ein Sinkwiderstand vorgegeben wird, der so groß ist, daß sich bereits nach Beginn des Absinkvorgangs eine konstante Sinkgeschwindigkeit ergibt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ballastkörper (2) in an sich bekannter Weise beabstandet an der Rohrleitung angeordnet und die Ballastkörper (2) so geformt werden, daß die beim Absenken auf die Ballastkörper wirkenden Widerstandskräfte asymmetrisch zur Rohrachse (A) angreifen.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß über Größe, Form und Häufigkeit der Ballaste der Anteil des vertikalen Wasserwiderstandes an Kraftimpulsen definiert wird und dieser, mit den horizontalen Kraftimpulsen zur Deckung gebracht, eine Sinkgeschwindigkeit ergibt, die unabhängig von der Verlegetiefe ausschließlich abhängig vom Leitungstyp ist.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Zusammenwirken der auf die sinkende Leitung ausgeübten Kraftimpulse unabhängig von der Winkelabweichung der Leitungsachse zur Vertikalen mit in Naturversuchen mit vertikaler Leitungsachse gemessenen Wasserwiderständen realisiert wird und damit die Sinkgeschwindigkeit für jede Verlegetiefe konstant gehalten wird.

5. Ballastkörper als mehrteiliges Element (2, 2a) mit einer Durchgangsöffnung (4) für die Unterwasserrohrleitung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchgangsöffnung (4) asymmetrisch zum Massemittelpunkt des Ballastkörpers angeordnet ist.

6. Ballastkörper nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Teile (2a, 2b) des Ballastkörpers

durch Spannelemente (3) derart miteinander verbunden sind, daß sie am Rohr (1) mit einem von der Temperaturschrumpfung unabhängigen Anpreßdruck gehalten werden.

7. Ballastkörper nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die beim Eintauchen den Wasserwiderstand verursachende Fläche (F) der Ballastkörper ca. das 2,5- bis 5fache des Rohrdurchmessers, vorzugsweise das 3fache des Rohrdurchmessers, beträgt.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

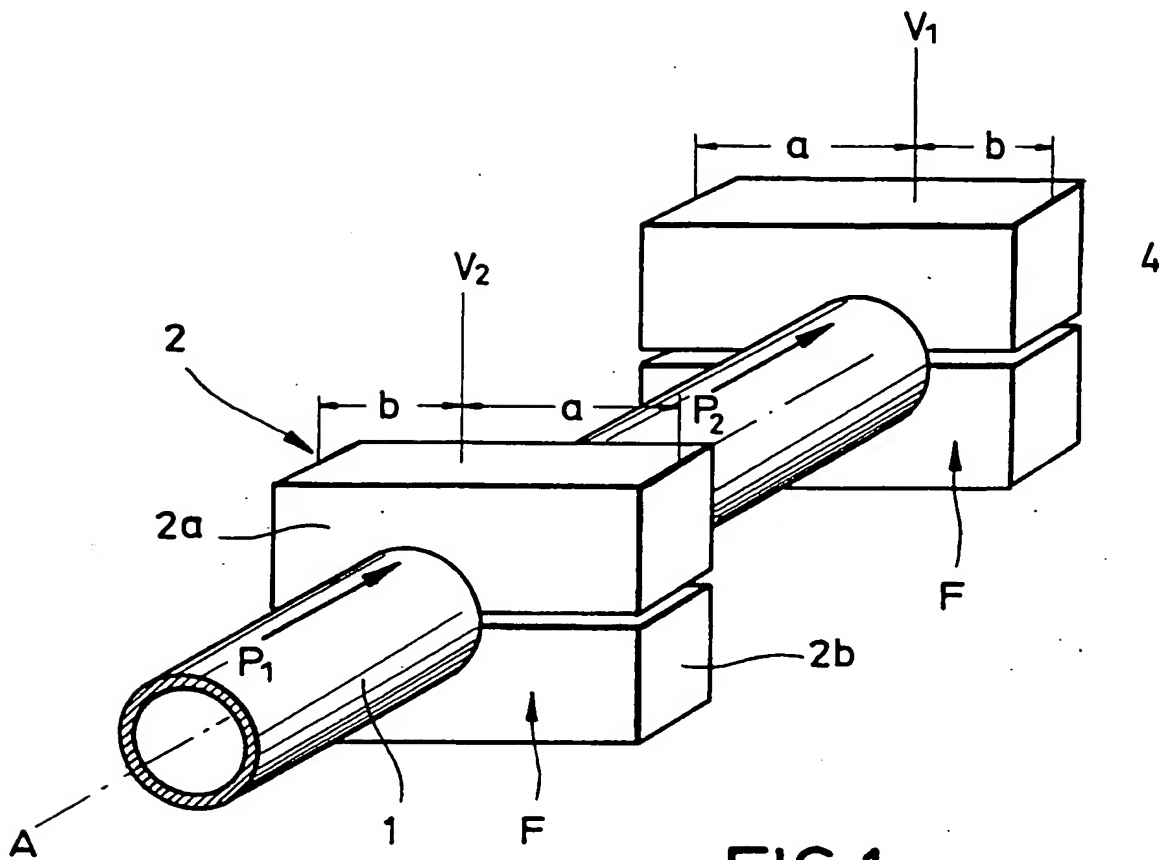


FIG. 1

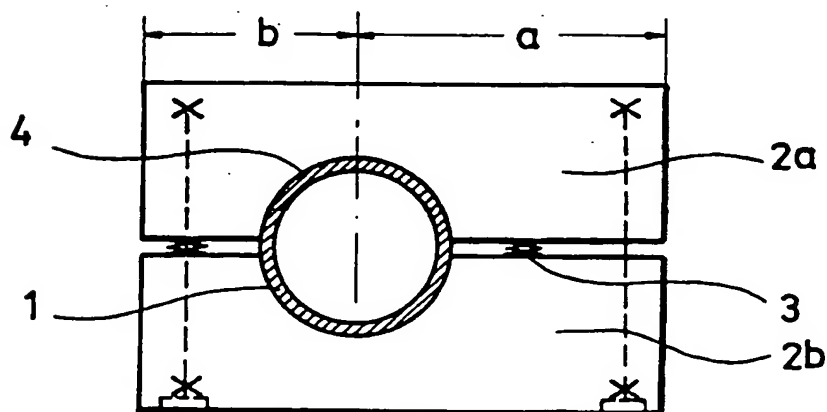


FIG. 2